

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/002648

International filing date: 11 March 2005 (11.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 017 216.1
Filing date: 05 April 2004 (05.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 May 2005 (31.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

21 MAY 2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 017 216.1

Anmeldetag: 05. April 2004

Anmelder/Inhaber: Betriebsforschungsinstitut VDEh- Institut für
angewandte Forschung GmbH, 40237 Düsseldorf/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Entfernen von
Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes

IPC: B 08 B, B 21 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. April 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

- 2 -

Verfahren und Vorrichtung zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines bewegten Bandes. Derartige Verfahren und Vorrichtungen finden insbesondere bei Bandbearbeitungsmaschinen, wie beispielsweise Walzgerüsten, Anwendung.

Bei Bandbearbeitungsprozessen ist es üblich, Schmiermittel auf das Band aufzubringen, um z.B. während des Walzvorgangs den Verformungsprozeß zu unterstützen und um Umformwärme und Bandflitter abzuführen. Reste dieser Schmiermittel bleiben nach dem Walzvorgang als Rückstände auf dem Band haften. Werden diese Reste nicht vor dem Aufhaspeln des Bandes zu einem Bandbund entfernt, so bilden sie zwischen den einzelnen Wicklungen einen Schmierfilm, der ein unerwünschtes Verschieben der einzelnen Wicklungen in Haspelachsrichtung herbeiführen kann. Außerdem dürfen für die Weiterbehandlung der Bänder nur sehr geringe Reste der vorher verwendeten Flüssigkeiten auf der Bandoberfläche vorhanden sein.

Zur Zeit werden die Flüssigkeiten von der Oberfläche des Bandes durch eine der nachfolgenden Maßnahmen entfernt: Abquetschen mit Metall-, Gummi-, Kunststoff- oder Vliesstoffrollen, Abstreifen mit Hilfe von Abstreifern nach der Art einer Gummilippe, Abblasen mit Hilfe eines Luftstroms und Absaugen mit Hilfe von Unterdruck. Häufig begrenzt dabei die Art des Entfernens der Schmiermittelreste die Laufgeschwindigkeit des Bandes. Die Bänder werden mit geringeren Bandgeschwindigkeiten gefahren, als eigentlich möglich, um durch eine längere Verweilzeit in der Vorrichtung zum Entfernen von Flüssigkeiten möglichst viel Flüssigkeit zu entfernen.

DE 195 19 544 C2 beschreibt beispielsweise eine Vorrichtung, bei der zur Reinigung der Bandoberfläche ein Gasstrahl auf das Band geblasen wird.

- 3 -

Das Gas wird mit hoher Strömungsgeschwindigkeit über das Band geleitet. Ziel ist es, mittels eines Massenimpulses die Flüssigkeitsmengen von der Oberfläche des zu reinigenden Bandes abzutransportieren. Eine ähnliche Vorrichtung wird in EP 0 513 632 B1 beschrieben, bei der der Gasstrahl beim Verlassen der Düse eine Austrittsgeschwindigkeit von 0,3 bis 2 Mach aufweist und in einem Winkel von 45 bis 90° auf die Oberfläche des Bandes geblasen wird. Derartige Vorrichtungen sind sehr energieaufwendig. Die hohen Strömungsgeschwindigkeiten führen zudem zu einer hohen Lärmbelästigung.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines bewegten Bandes vorzuschlagen, die mit einfachen Mitteln ein effizientes Entfernen der Flüssigkeit ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch die nebengeordneten Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass das Kernproblem des Entfernens von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes in den Adhäsionskräften liegt und dass diese Adhäsionskräfte überwunden werden können, indem die Flüssigkeit derart angeregt wird, dass sie schwingt. Durch ihre Schwingung löst sich die Flüssigkeit von der Oberfläche des Bandes und kann gut abgetragen werden, beispielsweise durch Absaugen mittels Unterdruck, Abblasen oder Abstreifen mittels eines Abstreifers. Für die Techniken zum Entfernen der von der Oberfläche gelösten Flüssigkeit kann die Erfindung somit auf die aus dem Stand der Technik bekannten Techniken zurückgreifen. Grundgedanke der Erfindung ist es, die Flüssigkeit anzuregen, um dadurch weitere Schritte zum Entfernen der Flüssigkeit zu vereinfachen. Je nach Art der Anregung kann sogar auf nachfolgende Schritte verzichtet werden, beispielsweise wenn die Anregung nach dem Prinzip der Sonolumineszenz erfolgt.

Diese Erfindung findet insbesondere für das Entfernen von Flüssigkeiten bei bewegten Bändern Anwendung und hier insbesondere in Walzstraßen. Der erfindungsgemäße Grundgedanke kann jedoch auch auf stehende Bandoberflächen angewandt werden. Die zu entfernende Flüssigkeit ist insbesondere ein Öl oder eine Emulsion, die beim Walzvorgang als Kühl- und/oder Schmiermittel auf das Band aufgebracht wurde. Die Anregung der Flüssigkeit erfolgt insbesondere derart, daß die Flüssigkeit über einen längeren Zeitraum schwingt, beispielsweise während des Durchlaufens der zum Entfernen vorgesehenen Flüssigkeit.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Flüssigkeit derart angeregt, dass sie mit ihrer Resonanzfrequenz schwingt. Hierdurch wird der Ablösungseffekt von der Oberfläche des Bandes besonders gut erreicht.

Die Schwingung der Flüssigkeit kann durch verschiedene Methoden erreicht werden. Zum einen kann ein schwingender Körper bzw. ein schwingendes Fluid Schwingungen (Anregungsschwingung) auf die Flüssigkeit übertragen und die Flüssigkeit dadurch anregen. Die Flüssigkeit kann jedoch beispielsweise auch berührungslos indirekt durch elektromagnetische Ultraschallgeber oder direkt durch Laser induzierten Ultraschall angeregt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Flüssigkeit durch einen über die Flüssigkeit strömenden Fluidstrom als Trägermedium für eine Anregungsschwingung angeregt. Hierzu können Vorrichtungen, wie sie aus EP 0 513 632 B1 oder DE 195 19 544 C2 bekannt sind, verwendet werden, wobei diese Vorrichtungen durch einen Schallwellenerzeuger ergänzt werden, der Schallwellen in den aus den Düsen ausgebrachten Fluidstrom einbringt. Derartige Schallwellenerzeuger können beispielsweise Lautsprecher oder piezoelektrische Materialien sein. Der Fluidstrom kann in Richtung der Bandlaufrichtung oder ihr entgegen sowie im Winkel zur Bandlaufrichtung ausgerichtet sein.

- 5 -

In einer bevorzugten Ausführungsform breitet sich die in den Fluidstrom eingebrachte Anregungsschwingung senkrecht zur Strömungsrichtung des Fluidstroms aus. Hierdurch wird eine besonders effektive Anregung der Flüssigkeit durch die Anregungsschwingung erreicht. Dabei sollte in einer bevorzugten Ausführungsform die Einstrahlrichtung des Ultraschalls so gewählt werden, dass die Richtung der resultierenden Schwingung des Fluids nach Superposition von Ultraschall- und Fluidgeschwindigkeit senkrecht zur Strömungsrichtung des Fluidstroms ist.

Bevorzugt strömt der Fluidstrom laminar über die Flüssigkeit. Hierdurch wird erreicht, dass die Anregungsschwingung die Flüssigkeit gut anregen kann und die Anregung nicht durch überlagerte, turbulenzbedingte Schwingungen oder Impulse beeinträchtigt wird. Vorrichtungen zum Erzeugen einer laminaren Strömung auf einem bewegten Band können beispielsweise das aerodynamische Paradoxon ausnutzen, wie es in DE 199 23 949 A1 beschrieben wird, auf die für das Verfahren und die Vorrichtung zum Erzeugen eines laminar über die Flüssigkeit strömenden Fluidstroms ausdrücklich Bezug genommen wird und deren diesbezügliche Offenbarung als Teil dieser Beschreibung verstanden wird.

Als Fluid wird insbesondere Luft eingesetzt. Der Einsatz anderer Gase oder Flüssigkeiten ist jedoch ebenfalls denkbar, insbesondere der Einsatz von sauerstofffreien Gasen, um eine Oxidation eines metallischen Bandes zu vermeiden.

Anstelle die Anregung der Flüssigkeit über eine freie Oberfläche der Flüssigkeit zu bewirken, kann die Anregung ergänzend oder alternativ auch über mit der Flüssigkeit in Kontakt stehende Festkörper erfolgen. Insbesondere bevorzugt wird die Flüssigkeit durch eine Schwingungsbewegung des Bandes angeregt. Hierzu wird das Band gezielt in Schwingung versetzt. Dies kann über unmittelbar auf das Band einwirkende Elemente wie piezoelektri-

- 6 -

sche Anreger oder beispielsweise durch Stöße erfolgen. Das Band kann jedoch auch kontaktlos angeregt werden, beispielsweise unter Ausnutzung von magnetischen Ultraschallgebern, sogenannten EMATs (electromagnetic-acoustic-transducers).

Ebenso wie das Band zur Anregung der Flüssigkeit berührungslos angeregt werden kann, kann auch die Flüssigkeit selbst berührungslos angeregt werden, beispielsweise durch laserinduzierten Ultraschall.

Ergänzend oder alternativ kann gemäß einem weiteren Grundgedanken der Erfindung bei einem Verfahren zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes die Flüssigkeit unter Ausnutzung des Sonoluminiszenz-Effekts verdampft werden. Unter Sonoluminiszenz versteht man das Phänomen, dass eine Flüssigkeit unter starkem Schalldruck ultrakurze, hochenergetische Lichtblitze aussenden kann. Ursache des Phänomens sind Kavitationen, die unter Ultraschall geeigneter Intensität in der Flüssigkeit entstehen können. Es entstehen in einem andauernden Prozess neue Hohlräume, die anschließend wieder kollabieren. Beim Kollaps dieser Hohlräume kann ein kurzer Lichtblitz entstehen. Die Temperatur innerhalb der Kavitation kann dabei mehrere Millionen Grad Celsius erreichen. Diese Temperaturen können dazu verwendet werden, die zu entfernende Flüssigkeit zu verdampfen.

Ergänzend oder alternativ kann bei einem Verfahren zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes ein laminarer Fluidstrom über die Flüssigkeit geführt werden. Bereits der Einsatz eines laminaren Fluidstroms, der die Flüssigkeit nicht anregt, weist einen gute Mitnahme von Flüssigkeitspartikeln auf, so dass eine effizientes Entfernen ermöglicht wird. Vorrichtungen zum Erzeugen einer laminaren Strömung auf einem bewegten Band können beispielsweise das aerodynamische Paradoxon ausnutzen, wie es in DE 199 23 949 A1 beschrieben wird, auf die für das Verfahren und die Vorrichtung zum Erzeugen eines laminar über die Flüssigkeit

- 7 -

strömenden Fluidstroms ausdrücklich Bezug genommen wird und deren diesbezügliche Offenbarung als Teil dieser Beschreibung verstanden wird.

Als Teil eines erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Regelung vorgesehen sein, mit der die Frequenz eingestellt wird, mit der die Flüssigkeit schwingt. Dies erfolgt insbesondere über die Einstellung der Frequenz der Anregungsschwingung. Eingangsparameter für die Regelung können die Materialeigenschaften der Flüssigkeit, des Fluids und des Bandes sein, sowie die - gemessene - Filmdicke der zu entfernenden Flüssigkeit, die Bandgeschwindigkeit, die Temperatur und möglicherweise der Abquetschdruck vorgelagerter Quetschwalzen oder Abstreifer.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes weist einen Schwingungserzeuger auf, der in der Flüssigkeit oder in einem die Flüssigkeit kontaktierenden Fluid oder Körper Schwingungen anregen kann.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung eine Blasdüse und einen Schallwellenerzeuger auf, der Schallwellen in das von der Blasdüse aufgebrachte Fluid einbringt. Dabei kann der Schallwellenerzeuger vor oder hinter der Blasdüse angeordnet sein. Als Blasdüse wird dabei jegliches Element verstanden, aus dem ein Fluidstrom austritt. Ergänzend oder alternativ kann die erfindungsgemäße Vorrichtung einen Schallwellenerzeuger aufweisen, der Schallwellen in das Band einbringt. Ebenso kann der Schwingungserzeuger ein Schallwellenerzeuger sein, der Schwingungen unmittelbar in der Flüssigkeit selbst erzeugt, beispielsweise ein laserinduziertes Ultraschallsystem.

Die erzeugte Schwingung des Fluids oder die Anregungsschwingung haben vorzugsweise eine Frequenz im Ultraschallbereich.

- 8 -

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen

- Fig. 1 die erfindungsgemäße Vorrichtung in ihrem Grundaufbau in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 2 die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung in einer zweiten schematischen Seitenansicht,
- Fig. 3 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 4 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 5 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 6 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 7 die Ausführungsform nach Fig. 6 in einer schematischen Draufsicht,
- Fig. 8 eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Draufsicht,
- Fig. 9 die Ausführungsform nach Fig. 8 in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 10 eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,

Fig. 11 die Ausführungsform gemäß Fig. 10 in einer schematischen Draufsicht,

Fig. 12 eine siebte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht und

Fig. 13 eine achte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht.

Fig. 1 zeigt ein bewegtes Band 1, auf dessen Ober- und Unterseite eine Flüssigkeit 2, beispielsweise ein Schmiermittel, anhaftet. Oberhalb und unterhalb des Bandes 1 ist jeweils ein Schallkopf 3 angebracht. Durch nicht dargestellte Blasdüsen wird jeweils ein Luftstrom 4 zwischen der freien Oberfläche der Flüssigkeit 2 und dem Schallkopf 3 erzeugt. Die Richtungspfeile A zeigen an, dass der Luftstrom 4 sowohl mit als auch entgegen der Bandlaufrichtung gerichtet sein kann. Fig. 2 zeigt, dass die oberhalb des Bands 1 angeordneten Schallköpfe 3 derart nebeneinander angeordnet sind, dass sich Schallköpfe über die gesamte Bandbreite B erstrecken.

Zum Entfernen der Flüssigkeit 2 von der Oberfläche des Bandes 1 werden von den Schallköpfen 3, die beispielsweise als piezoelektrische Ultraschallsendeprüfköpfe ausgebildet sind, Schallwellen in den Luftstrom 4 ausgesandt. Hierdurch wird der Luftstrom 4 zu einer Schwingung angeregt. Der Luftstrom 4 überträgt diese Anregungsschwingung auf die Flüssigkeit 2 und regt diese zu einer Schwingung an. Dabei ist die Anregungsschwingung derart gewählt, dass sie die Flüssigkeit vorzugsweise zu einer Schwingung mit der Resonanzfrequenz der Flüssigkeit anregt. Durch die Schwingung wird die Flüssigkeit derart bewegt, dass die Adhäsionskräfte, die die Flüssigkeit an der Bandoberfläche halten, zumindest teilweise überwunden werden. Die derart "gelöste" Flüssigkeit 2 wird durch den Luftstrom 4 abgetragen und damit vom Band entfernt.

In den Fig. 3 bis 5 ist dargestellt, dass der Luftstrom 4 durch Begrenzungskörper 5 gezielt auf die Bandoberfläche bzw. von der Bandoberfläche fort gelenkt werden kann.

Während die Fig. 1 bis 5 einen Luftstrom 4 zeigen, der im wesentlichen in Bandlaufrichtung bzw. der Bandlaufrichtung entgegengesetzt gerichtet ist, ist der Luftstrom 4 in den Ausführungsformen der Fig. 6 bis 9 senkrecht zur Bandlaufrichtung gerichtet. Bei der Ausführungsform der Fig. 6 und 7 wird dies erreicht, indem der Luftstrom 4 in der Bandmitte M zwischen den bezüglich der Bandmitte M symmetrisch angeordneten Schallköpfen 3 eingeblasen wird und am Bandkantenbereich abgesaugt wird.

Indem die Schallköpfe 3 und die Blasdüsen 6 senkrecht zur Bandlaufrichtung A abwechselnd und als Reihe im Winkel zur Bandlaufrichtung A angeordnet werden, wie in Fig. 8 dargestellt, kann ebenfalls eine zur Bandkante gerichtete Luftströmung erzeugt werden. Zur besseren Führung der Luftströmung kann, wie in Fig. 9 dargestellt, vor und/oder nach der Gruppe der Schallköpfe 3 und der Gruppe der Blasdüsen 6 eine Dichtlippe 7 angeordnet sein.

In der Ausführungsform der Fig. 10 und 11 werden zwei Luftströme 4 aufeinander zugeführt und zwischen zwei Gruppen von Schallköpfen 3 abgesaugt. Dabei können die Schallköpfe 3a eine Anregungsschwingung mit höherer Frequenz erzeugen als die Schallköpfe 3b der Fig. 11 oder umgekehrt.

Die Fig. 12 und 13 zeigen Ausführungsformen, bei denen die erfindungsgemäße Vorrichtung mit herkömmlichen Quetschwalzen 8 zusammenwirkt. Die Quetschwalzen 8 sind in Bandlaufrichtung A vor der Luftstromführung 4 der erfindungsgemäßen Vorrichtung angeordnet. Auf diese Weise kann durch die Quetschrollen 8 bereits ein erster Teil der zu entfernenden Flüs-

- 11 -

sigkeit von dem Band entfernt werden, während durch die erfindungsgemä-
ße Vorrichtung der verbleibende Flüssigkeitsrest vom Band entfernt wird.

"Patentansprüche:"

1. Verfahren zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit derart angeregt wird, dass sie schwingt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit derart angeregt wird, dass sie mit einer ihrer Resonanzfrequenzen schwingt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit durch eine von einem über die Flüssigkeit strömenden Fluidstrom als Trägermedium übertragene Anregungsschwingung angeregt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidstrom laminar über die Flüssigkeit strömt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit durch eine Schwingungsbewegung des Bandes angeregt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingung der Flüssigkeit direkt oder indirekt durch berührungslose Anregungsverfahren erzeugt wird.
7. Verfahren zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flüssigkeit unter Ausnutzung des Sonoluminiscenz-Effekts verdampft wird.

8. Verfahren zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein laminarer Fluidstrom über die Flüssigkeit geführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Entfernen der Flüssigkeit bei einem bewegten Band erfolgt.
10. Vorrichtung zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes, **gekennzeichnet durch** einen Schwingungserzeuger, der in der Flüssigkeit oder in einem die Flüssigkeit kontaktierenden Fluid oder Körper Schwingungen anregen kann.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** eine Blasdüse und einen Schallwellenerzeuger, der Schallwellen in das von der Blasdüse ausgebrachte Fluid einbringt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **gekennzeichnet durch** einen Schallwellenerzeuger, der Schallwellen in das Band einbringt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **gekennzeichnet durch** einen Lautsprecher, einen piezoelektrischen Schallwandler, einen magnetischen Ultraschallgeber, einen EMAT oder einen Laser für laser-induzierten Ultraschall.

AT000186

KÖNIG · SZYNKA · von RENESSE

PATENTANWÄLTE

DÜSSELDORF · MÜNCHEN

5. April 2004
45 676 K

Betriebsforschungsinstitut VDEh - Institut für angewandte Forschung GmbH

=====

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

=====

Zusammenfassung:

Verfahren zum Entfernen von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit derart angeregt wird, daß sie schwingt. Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass das Kernproblem des Entfernens von Flüssigkeiten von der Oberfläche eines Bandes in den Adhäsionskräften liegt und dass diese Adhäsionskräfte überwunden werden können, indem die Flüssigkeit derart angeregt wird, dass sie schwingt. Durch ihre Schwingung löst sich die Flüssigkeit von der Oberfläche des Bandes und kann gut abgetragen werden, beispielsweise durch Absaugen mittels Unterdruck, Abblasen oder Abstreifen mittels eines Abstreifers.

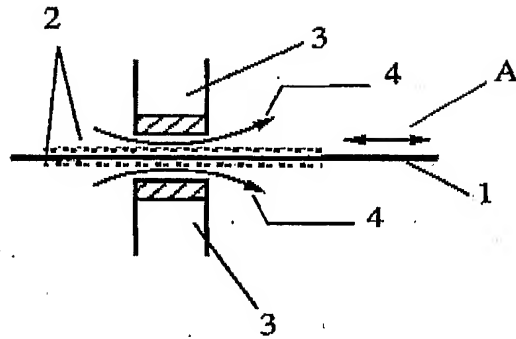


Fig. 1

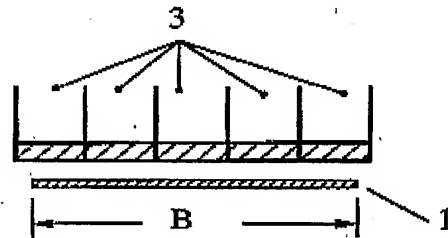


Fig. 2

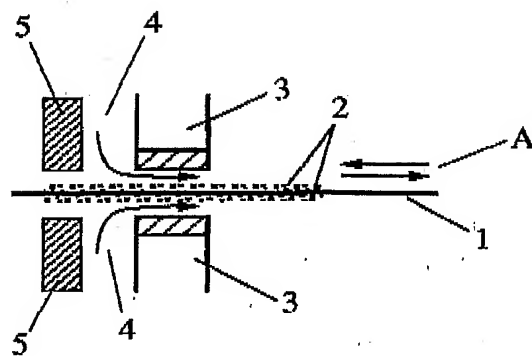


Fig. 3

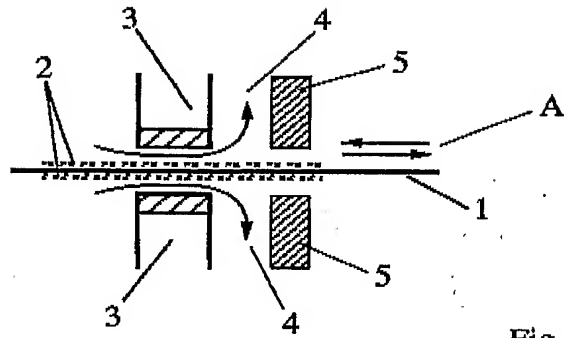


Fig. 4

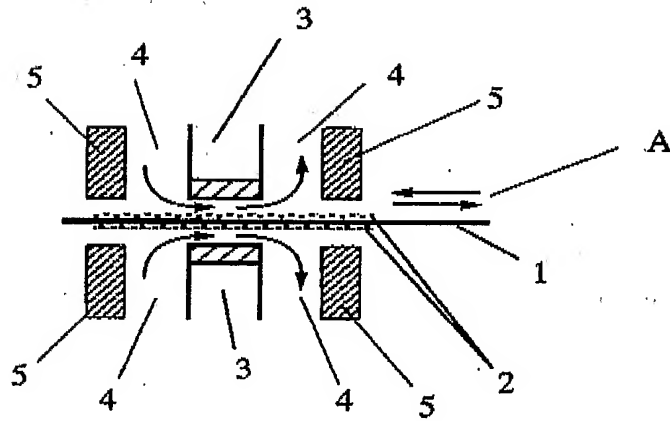


Fig. 5

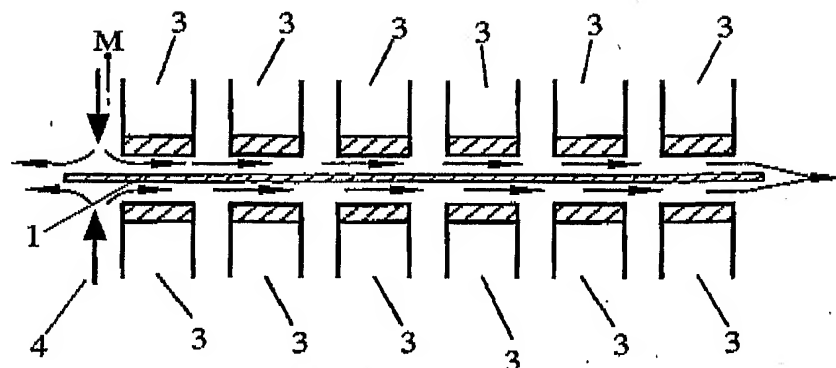


Fig. 6

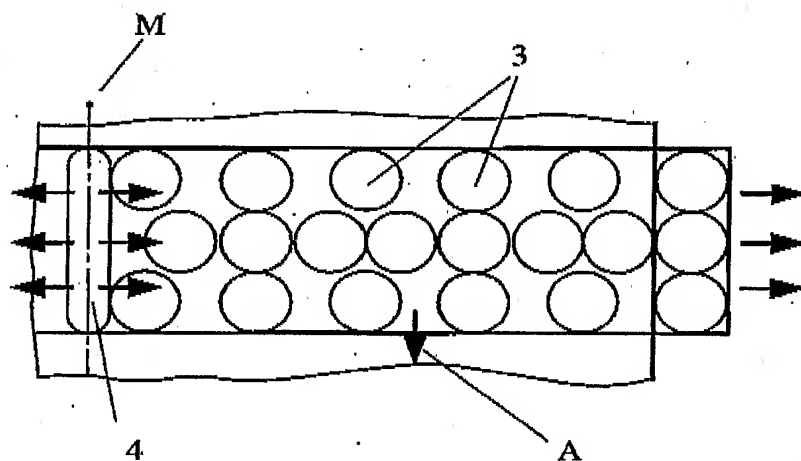


Fig. 7

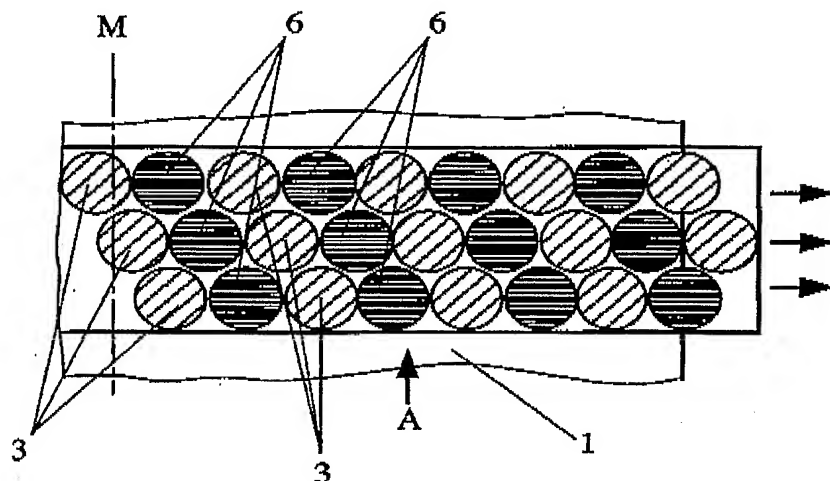


Fig. 8

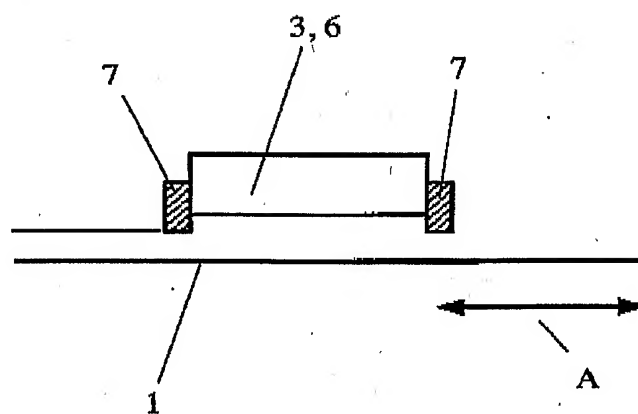


Fig. 9

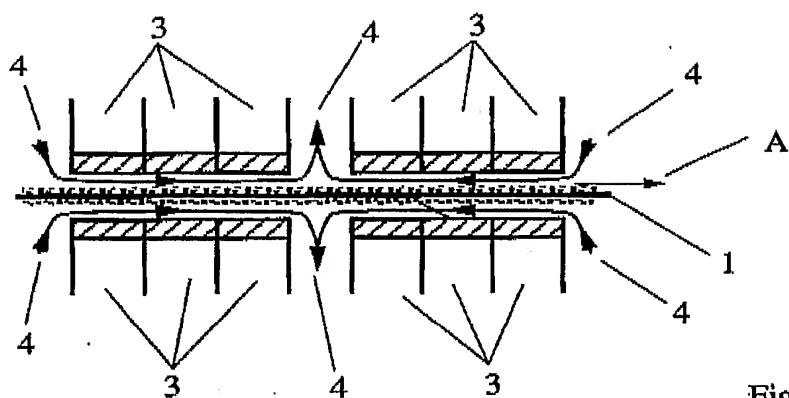


Fig. 10

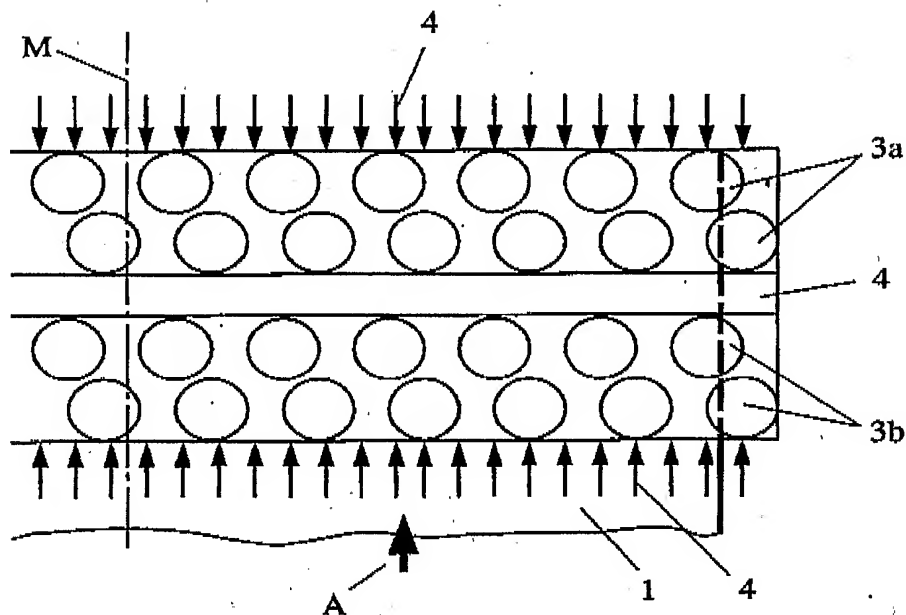


Fig. 11

α

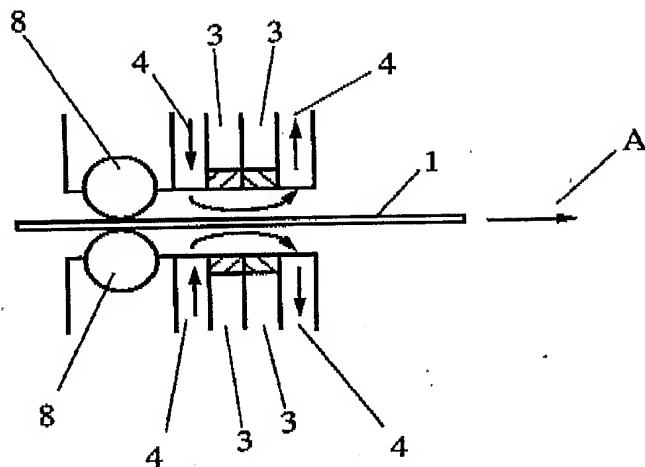


Fig. 12

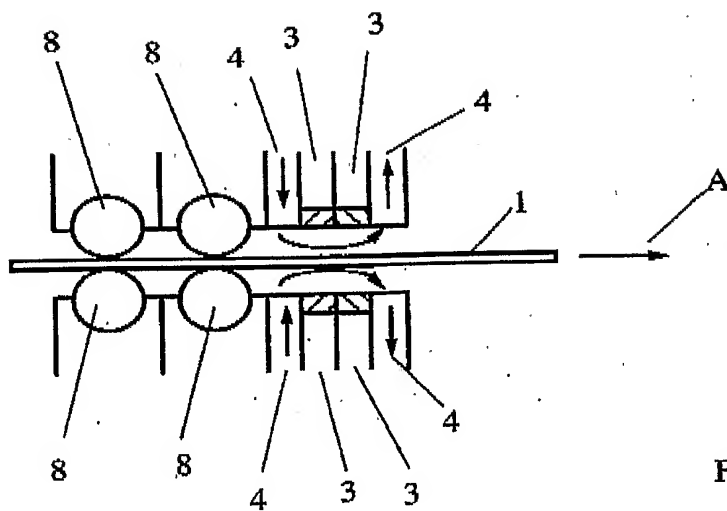


Fig. 13